



Title	近赤外光を用いたin vitroヒト血液透明化に関する検討
Author(s)	高木, 信一; 片山, 泰朗
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2000, 60(1), p. 45-47
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/14744
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

近赤外光を用いた*in vitro*ヒト血液透明化に関する検討

高木 信一 片山 泰朗

日本医科大学第二内科学教室

Evaluation of *in Vitro* Human Blood Transparentized using Near-Infrared Light

Shinichi Takagi and Yasuo Katayama

We developed a new technique for the *in vitro* imaging of transparent human blood and examined the resolution of a test chart in transparent blood. We utilized mainly three devices: a laser diode (wavelength 833 nm) that served as the light source, a near-infrared camera, and a fiberscope adapted for the camera. Blood was collected from a human femoral artery. We observed the images of transparent blood and the fiberscope image of a target in the blood using the light. These results indicate that further improvements in this system can be expected and real-time viewing by angioscope may be realized *in vivo*.

はじめに

可視光側の波長700nmから近赤外領域の1,300nmまでの光は骨を含めた生体組織を比較的よく透過する¹⁾。一方、光による生体計測において血液は光の吸収体として利用されている²⁾。この特性は反面、光の散乱を抑制する作用を持つことを意味する。また、血液の最大成分である水は波長700~900nmの赤色から近赤外領域の光に比較的吸収が小さい³⁾。さらに、色相としての赤は、生体透過性を有する近赤外光に透過率が高い。同様にヒト動脈血の色相は赤である。これを支持する波長700~1,200nmの光が血液に高い透過率を持つことを実測した報告がある⁴⁾。しかし、血液の透明化に関する報告は現在まで知られていない。

本研究では、これら近赤外光と血液の相互関係から、上記、水に吸収が少ない波長域の光を血液に入射する。次に、この光に感受性を持つビデオカメラで撮像するなら、血液中の照射部の一部は、ある程度透明化されてビデオモニタで観察されると推定される。そこで、この仮説を検証するため*in vitro*での実験装置を試作した。結果として血液の透過像を得た場合、その範囲、透明化された血液中の対象に対しての解像度に関して検討したので報告する。

実験方法

実験は夜間、室内無照明の下で行った。血液は健常成人より承諾のもと、大腿動脈よりヘパリン100単位加シリンジにて20ml採取された。近赤外光源は生体内での光の多重散乱、減衰が強いことを考慮して指向性が強く、コヒーレントな光が適当と考えた。また、波長には上記、水に比較的吸収が小さい700~900nmまでの近赤外光が適当と考えた。したがって、GaAlAsダブルヘテロ型レーザダイオード(ソニー社製SLU304XR、波長833nm、連続光出力可変、最大700mW)を用いた。また、これよりの励起光は光ファイバーと直接カップリングされており、光ファイバーからの出射光はコア径3.2mm、長さ610mmのライトガイドに導かれた。撮像には波長833nmに分光感度特性をもつ浜松ホトニクス社製撮像管C2741-07ERを用い、これよりの映像はビデオ

Research Code No.: 209.9

Key words: Near-infrared light, Blood, Transilluminated imaging

Received May 18, 1999; revision accepted Oct. 25, 1999

Second Department of Internal Medicine, Nippon Medical School

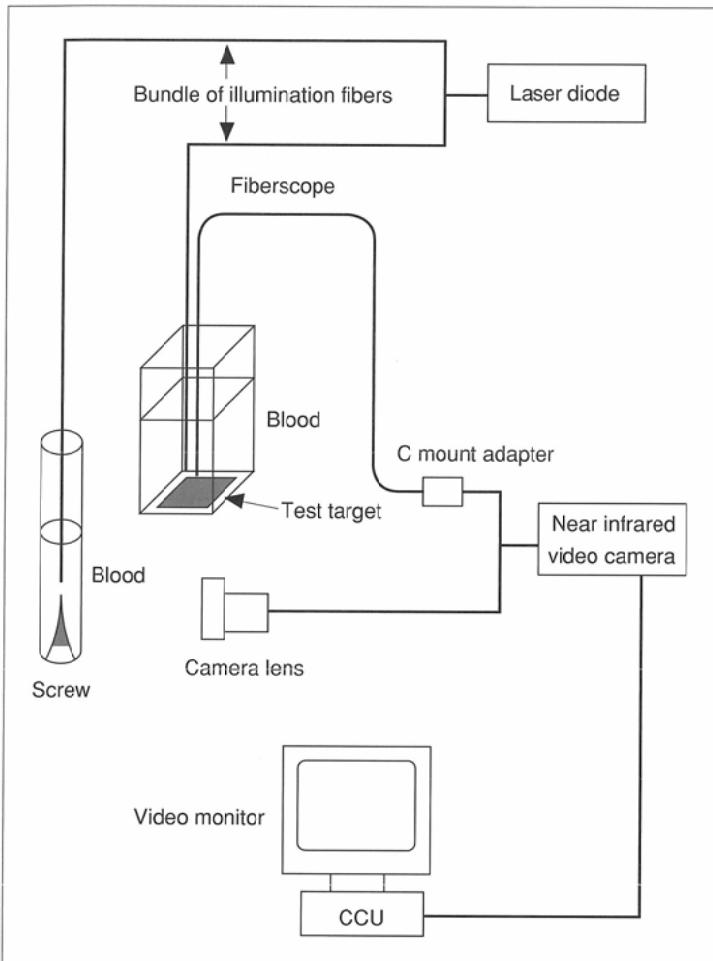


Fig. 1 Diagrammatic representation of the experimental system for the near-infrared transillumination imaging of blood and observation targets in blood in vitro. CCU: camera control unit.

モニタにリアルタイムにて観察された。

血液の透明化に関する実験において次の二種類の実験を行った。内径13mm、長さ150mmの通常の無色透明ガラス試験管を垂直に固定した。この試験管内に長さ35mmの平鉄黒色ねじの尖端部を上側に向か、試験管内の中心に位置するよう平頭部を接着剤で管底部に垂直に固定した。次に、試験管内にヘパリン加ヒト動脈血をねじが完全に埋没するまで満たした。半導体レーザを駆動させ、このときライトガイドからのレーザ光が光源となる。同時に撮像装置を駆動させ試験管を撮影した。ライトガイドの出射光面を、この試験管に挿入し、撮像管の感度、光源の出力、位置を操作しながら血液中のねじ尖端に近づけた。

次に、血液が透明化された場合に、その中の対象物の分解能に関してファイバースコープを用いて検討した。ファイバースコープ(先端部径2.4mm、30,000画素、ファイバー束径0.96mm、長さ1,000mm、住田光学社製)の画像は接眼部にCマウントアダプターレンズを介して同じ撮像装置に送られた。ヘパリン加ヒト動脈血を、内壁間隔3cmの透明アクリル製容器に満たし、その底部に一辺25.4mm(1インチ)の正方形、近赤外透過性の透明ガラス基板に空間周波数2lp/mmのロンキ・ルーリングを置いた。次に、ファイバースコ

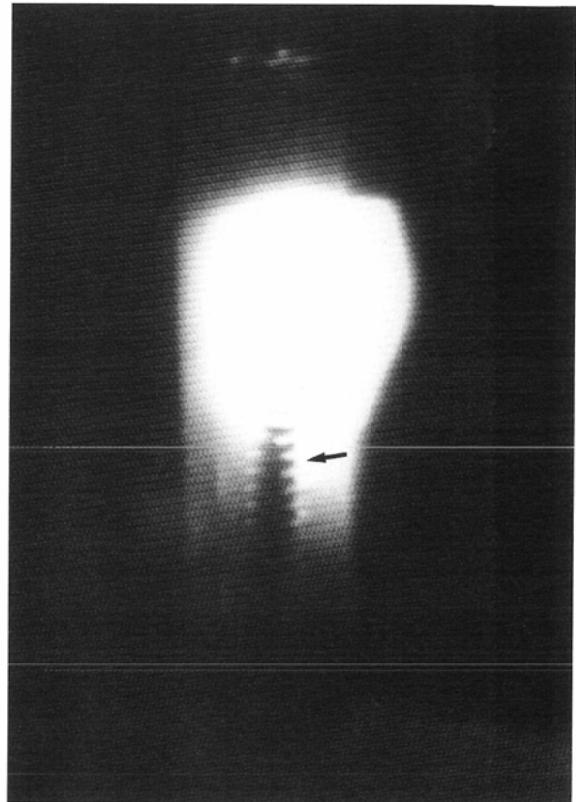


Fig. 2 Photographs showing a contrast image of a cone of the screw in the test tube of blood using near-infrared light. Arrow indicates contrast of the spiral cone of the screw.

ープとライトガイドを同時に挿入して、この対象にライトガイドからの出射光が対象面に反射してファイバースコープに入射するようモニタを観察しながら近づけ、対象面の平行な縞模様の描出を試みた。全体のシステムの概略をFig. 1に示す。

結 果

光源をねじの先端部に近づけると、ねじ上部の明瞭な螺旋像を得た。このとき、レーザ出力の強さに応じて、ねじの描出範囲とコントラストがよりよく描出されることはなかった。観察像の中で最もねじのコントラストと、その描出範囲が良好であった画像をFig. 2に示す。

血液を入れた容器底の対象(2lp/mm)の白黒のパターンが判別可能である描出像を得た。描出範囲は ϕ 6mmであった(Fig. 3)。対象の縞模様が観察されたファイバースコープ先端部との間隔は5mm以内であった。

実験での光出力は10~30mWであった。この出力はレーザ光の安全基準クラスIIIbのため、レーザ保護めがねを必要とした。

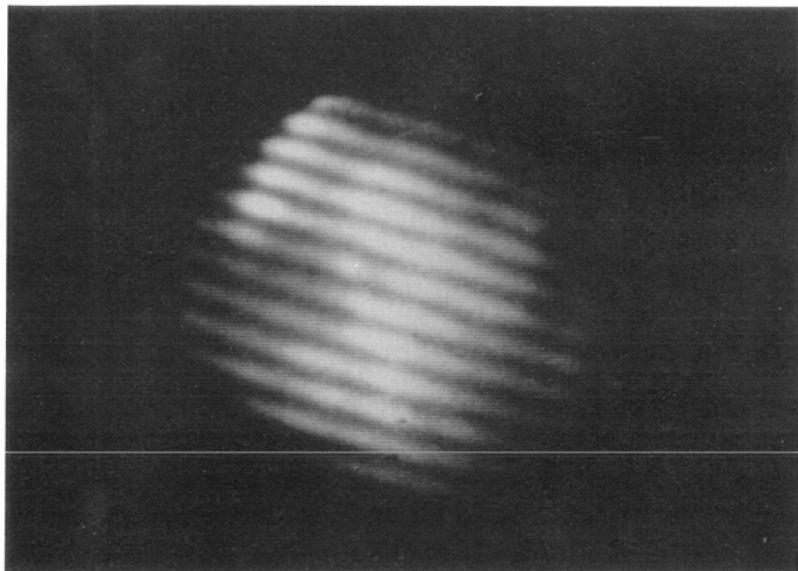


Fig. 3 Under the same infrared illumination, the fiberscopic image of the black striped pattern of the Ronchi ruling was observed in blood.

考 察

他の生体組織同様、血液も光の散乱と減衰が強く、Fig. 2で観察された光源出力をより強くすると、逆に、ねじは光のコントラストに埋もれてしまう。ねじに限らず両対象の良好な描出には光出力、光源と対象との距離のコントロールにて大きく左右された。したがって、対象周辺での血液に対する光の吸収と散乱のバランスが対象像のコントラスト高低に強く影響すると考える。

ねじ上部の描出像を得たことは、少なくとも 6mmの範囲は光によって血液を透明化できると考える。また、ファイバースコープ像の結果より仮に動物の血管を用いた場合、観察距離 5mm内で 0.25mm以上の病的構造をリアルタイムで観察できる可能性が示唆される。かくして、さらなる技術的改良と光出力の安全性の問題を克服するなら、*in vivo*血管内リアルタイム血流下、血管内視鏡の可能性が期待される。

文 献

- 1) Jöbsis FF: Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science* 198: 1264-1267, 1977
- 2) Wray S, Cope M, Delpy DT, et al: Characterization of the near infrared absorption spectra of cytochrome aa₃ and haemoglobin for the non-invasive monitoring of cerebral oxygenation. *Biochimica et Biophysica Acta* 933: 184-192, 1988
- 3) Bayly JG, Kartha VB, and Sterens WH: The absorption spectra liquid phase H₂O, HDO and D₂O from 0.7 μm to 10 μm. *Infrared Physics* 3: 211-223, 1963
- 4) Kikuchi M and Sakurai Y: Spectral transmittance and reflectance of living tissues and change of their optical characteristics under Nd-YAG laser irradiation. (In) Kaplan I ed: *Laser Surgery III*, Part 2. 44-52, 1979, Jerusalem Academic Press, Jerusalem